**Descripción Funcional del Proyecto**

**Título del Proyecto**

**Algoritmo de Optimización para la Recolección de Pedidos en el Sector Retail**

**Autor**

Pablo González Madroño  
Fecha: 10/02/2025

**Contexto y Propósito**

En los supermercados, la preparación de pedidos online (también conocida como *picking*) es un proceso clave en la logística diaria. Cada día se generan cientos de pedidos que deben ser recogidos en tienda para ser enviados a domicilio o retirados por los clientes.

Este proyecto tiene como objetivo principal **reducir los tiempos de preparación de pedidos** mediante el desarrollo de un **modelo de optimización de rutas** de picking. La idea es asistir al operario para que recorra la tienda en el orden más eficiente posible, recogiendo los artículos del pedido con el menor recorrido necesario.

**Descripción Técnica del Proyecto**

**Problemática**

El picking eficiente enfrenta múltiples desafíos:

1. La ubicación de productos y obstáculos varía y debe ser modelada con precisión.
2. Las distancias entre productos no pueden calcularse simplemente en línea recta debido a pasillos y obstáculos.
3. La ruta óptima debe considerar no solo la distancia, sino también ciertas **reglas logísticas específicas**, conocidas como "reglas de oro".

**1. Extracción y Mapeado del Espacio Físico**

Se utiliza una herramienta de Real Estate del supermercado que proporciona un **formato JSON** con la disposición del espacio:

* **Artículos** ubicados en góndolas.
* **Obstáculos** y zonas no transitables (por ejemplo, muros, cajas, zonas restringidas).

A partir de esta información, se genera una **matriz de transitabilidad**:

* Valor **1** para celdas transitables (representadas en morado).
* Valor **0** para celdas no transitables (representadas en azul claro).
* Las ubicaciones de los artículos se destacan en **amarillo**.

**2. Cálculo de Distancias entre Puntos**

Para medir la distancia entre artículos, se implementa el algoritmo **A**\* (*A-star*), que permite encontrar la ruta más corta entre dos puntos en una matriz con obstáculos.

* Dado que el cálculo de distancias para todos los pares posibles puede ser **computacionalmente costoso** (exponencial), se realiza una **reducción de la matriz** para mejorar la eficiencia sin perder precisión.

**3. Cálculo de la Ruta Óptima**

Una vez conocidas todas las distancias, se enfrenta el problema clásico del **"Traveling Salesman Problem" (TSP)**:

* El operario debe visitar cada punto (artículo) una sola vez, minimizando la distancia total.
* La complejidad del TSP es factorial: **(n−1)!**, lo que lo hace intratable para un número alto de artículos.

**Exactitud del Modelo**

* En un estudio con datos reales de pedidos:
  + **Media de artículos por pedido**: 13
  + **Mediana**: 11
  + El **81% de los pedidos** tienen menos de 22 artículos, permitiendo una **solución exacta** al TSP.

**Reglas de Oro (Restricciones Funcionales)**

El modelo incluye restricciones logísticas realistas que afectan la ruta:

1. **Congelados siempre al final**: Penalización si se recoge un congelado antes que un alimento normal.
2. **Artículos pesados primero**: Priorizar productos voluminosos o pesados al comienzo de la ruta.
3. Las reglas se modelan como **penalizaciones en la distancia** o variables discretas que afectan el orden de recogida.

**Conclusión**

El proyecto desarrolla un sistema de apoyo inteligente para optimizar el proceso de picking en supermercados, basado en la planificación de rutas eficientes y realistas. La solución considera tanto la estructura física del establecimiento como las reglas operativas del negocio. Es un ejemplo de aplicación práctica de técnicas de inteligencia artificial y algoritmos de optimización en logística de última milla.